

### Список литературы

1. Elmoubarki R., Mahjoubi F.Z., Tounsadi H. et al. // *Water Resour. Ind.*, 2015.– Vol.9.– P.16.
2. Gil A., Korili S.A. and Vicente M.A. // *Cat. Rev.-Sci. Eng.*, 2008.– Vol.50.– №2.– P.153.
3. Бутман М.Ф., Овчинников Н.Л., Арбузников В.В. и др. // *Изв. вузов. Химия и хим. технология*, 2012.– №55(8).– С.73.
4. Butman M.F., Ovchinnikov N.L., Arbusnikov V.V. et al. // *Lett. on Mater*, 2013.– Vol.3.– P.284.

## ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРУ ГОРЕНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Д.Д. Касаткин, С.С. Чурсин

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент О.Ю. Долматов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ddk5@tpu.ru

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) является альтернативной технологией порошковой металлургии для получения интерметаллидных соединений. Этот метод имеет ряд преимуществ, однако малая степень изученности требует проведения исследования процессов, протекающих при синтезе, и влияния на синтез и готовый продукт различных параметров.

СВС – особый тип горения твердых веществ (твердопламенное горение), то есть исходные реагенты и конечные продукты реакции, даже при очень высокой температуре этого процесса, находятся в твердом состоянии [1].

Синтез может протекать в двух режимах: теплового взрыва и волнового горения. В данной работе изучается волновое горение системы Ni-Al с целью получения интерметаллидного соединения NiAl при введении легирующих добавок. Установлено, что легирующие добавки положительно сказываются на физических свойствах интерметаллидов, однако введение таких добавок влияет на процесс протекания синтеза, что необходимо учитывать и прогнозировать. Влияние добавки зависит от ее состава и количества. В некоторых случаях наблюдается изменение твердости, пластичности, теплопроводности, температурных коэффициентов расширения и т.д.

Важным параметром, характеризующим синтез, является температура волны горения [2]. По ней можно судить о состоянии системы в зоне реакции и как следствие о возможных фазах, получаемых в готовых продуктах, что позволяет управлять процессом синтезом. Но в зависимости от разбавления системы готовым продуктом, температура волны горения будет

меняться.

Для изучения процессов, происходящих во время синтеза, были выбраны следующие исходные компоненты – порошок никеля

ПНК-1Л8, алюминиевая пудра ПАП-2 и легирующие добавки, которые смешивались в кубическом смесителе штырькового типа Egweka. Затем смесь прессовалась в цилиндрические таблетки диаметром 3 см в течение 10 минут при давлении 15 МПа на гидравлическом прессе. В качестве легирующих добавок использовались Zr, Mg, Ti.

После подготовки образца осуществлялся СВ-синтез в вакуумном реакторе с помощью локального нагрева хромелевой проволокой. Синтез осуществлялся в техническом вакууме для минимизации воздействия реагентов с атмосферой и исключения вступления кислорода в реакцию с компонентами шихты. Измерение температуры фронта горения осуществляли контактным методом. Вольфрам-рениевая термопара размещалась на поверхности образца и с помощью универсального контроллера температур осуществлялась запись данных на ПК.

В результате проведенного исследования установлено, что легирующие добавки влияют на температуру волны горения, причем степень влияния различная. Таким образом, очевидно, что при введении какой-либо добавки необходимо в каждом частном случае определять, как это скажется на температуре волны горения. Это необходимо для четкого прогнозирования фазообразования готового продукта, так как при изменении температуры возможно наблюдение смещения фаз. Но, несмотря на возникающие трудности прогнозирования синтеза, наблюдается улучшение некоторых свойств, что было

отмечено выше. Это позволяет создавать функциональные материалы с заданными свойствами в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.

Помимо этого установлено, что легирующие добавки вступают в реакцию с шихтой, об-

разуя дополнительные интерметаллиды. Этот факт так же свидетельствует о влиянии легирующих добавок на свойства конечного продукта. Поэтому этот вопрос требует дополнительного исследования.

### Список литературы

1. А.Г. Мержанов, А.С. Мукасян. *Твердопламенное горение.* – Москва: Торус Пресс, 2007. – 336с.
2. А.Г. Мержанов. *Процессы горения и синтез материалов.* Российская академия наук; Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения; Под ред. В.Т. Телелы, А.В. Хачояна. – Черногловка: Исман, 1998. – 511с.
3. А.П. Амосов, И.П. Боровинская, А.Г. Мержанов. *Порошковая технология самораспространяющегося высокотемпературного синтеза материалов: Учеб. пособие.* / Под научной редакцией В.Н. Анциферова. – М.: Машиностроение, 2007.
4. Е.А. Левашов, А.С. Рогачев, В.И. Юхвид, И.П. Боровинская. *Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза.* – М.: Бинном, 1999. – 176с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗО-ОКСИДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ С АНИОН-ДЕФИЦИТНОЙ СТРУКТУРОЙ В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЯХ

А.Е. Киселев, А.А. Ильин, А.П. Ильин, А.М. Дунаев, Е.А. Красавина

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
153000, Россия, г. Иваново 7, fulleren@inbox.ru*

Существует огромное количество способов получения контактов, их кинетические параметры пытаются улучшать варьированием технологических операций и введением добавок. Так, установлено, что в результате десорбции  $O_2$  с поверхности оксидов повышается  $E_{акт}$  окислительных процессов [1]. В целом, синтез контактов  $K_2O \cdot nFe_2O_3$  в вакууме позволил увеличить скорость реакции конверсии CO [2].

Синтез и активация катализаторов произведены из смесей карбоната  $M_2CO_3$  ( $M=R, Rb, Cs$ ) и гематита по схеме:

Восстановление рабочей смесью  $CO+H_2$  осуществлено в объеме реактора из химически инертного стекла при  $280^\circ C$  в течение часа, затем в интервале температур  $280-460^\circ C$  через  $20^\circ C$ . Восстановление в вакууме ( $5 \cdot 10^{-8}$  атм.) при 1150К проведено в железной ячейке (марка А). Рентгенофазовый анализ порошка до и после активации в вакууме показал, что железо-оксидный остов ферритов щелочных металлов подвергся термической диссоциации, в результате чего образовался твердый раствор  $M_2O$  в кислород-дефицитном магнетите  $Fe_3O_{4-\delta}$ .

Каталитическая активность систем изучена на примере паровой конверсии CO, определены энергия активации  $E_{акт}$ , константа скорости  $k_0$ , производительность  $\Pi$  (табл. 1). Применение МХА эффективно в начальный период работы контакта, при этом относительно КС систем активность увеличивается до 100%. Временный эффект обусловлен действием Т как релаксанта дефектов и внутренних напряжений, а также при постоянном реконструировании поверхности в непрерывных каталитических актах. В совокупности оба фактора понижают количество свободной энергии, запасенной кристаллом. Влияние МХА на  $k_0$  оценить затруднительно, поскольку после МХА образцы претерпевают термообработку и восстановление реакционной средой, что сильно сказывается на морфологии поверхности и величину  $k_0$ . Вне зависимости от метода синтеза в ряду  $K-Rb-Cs$  активность систем увеличивается. Наибольший эффект электронного промотирования проявляется у систем с  $Cs_2O$  ( $n=9$  и 6) вследствие повышения уровня энергии Ферми (снижение работы выхода электрона основного атома  $Fe^{2+}$  активного центра).